

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-032618

(43)Date of publication of application : 12.02.1987

(51)Int.Cl.

H01L 21/302

H01L 21/205

(21)Application number : 60-172119

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 05.08.1985

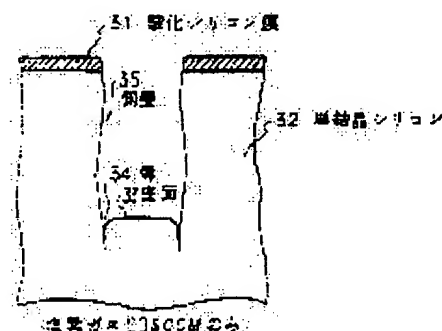
(72)Inventor : SATO MASAOKI
ARITA MUTSUNOBU
SAKUMA KAZUTO

(54) PROCESSING METHOD FOR SEMICONDUCTOR MATERIAL

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a processed form having a smooth bottom surface and a controlled type of side wall by a controlled mixed gas, by progressing simultaneously the etching of semiconductor material and the forming of silicon thin film of groove side wall.

CONSTITUTION: In case a high frequency electric power is impressed to the chlorine gas of 20SCCM, a portion in which the processed width of a single crystal silicon 32 is wider than the pattern size of oxide silicon film 31 is produced, and grooves 34 are formed in the edge part of a bottom surface 33. This short coming can be corrected by mixing the chlorine gas with another gas inducing deposition. As for a side wall 35, the energy and density of collision ion are smaller as compared with the bottom surface 33, thereby a gas mixing is made possible which progresses the etching on the bottom surface 33 and induces a deposition on a side wall 35. By adjusting the mixing ratio of gas, the taper-angle of the side wall can be changed from an inverse type to a normal type. By controlling the quantity of the deposition species, grooves 34 in the edge part can be controlled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-32618

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)2月12日

H 01 L 21/302
21/205

J-8223-5F
7739-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体材料の加工法

⑯ 特 願 昭60-172119

⑰ 出 願 昭60(1985)8月5日

⑱ 発 明 者 佐 藤 政 明 厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社厚木電気通信研究所内

⑲ 発 明 者 有 田 睦 信 厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社厚木電気通信研究所内

⑳ 発 明 者 佐 久 間 一 人 厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社厚木電気通信研究所内

㉑ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉒ 代 理 人 弁理士 玉蟲 久五郎 外2名

明 細 書

Ⅲ 発明の詳細な説明

〔 発明の概要 〕

Ⅰ 発明の名称 半導体材料の加工法

酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、有機化合物膜のうちから選択された一層または多層膜で部分的に被覆された半導体材料を対向電極型反応性イオンエッチング装置の一方の電極に配置し、塩素を含むガスをイオンエッチング装置に導入して半導体材料をエッチングすると同時に水素を含むガスおよびシリコンを含むガスを導入し、半導体材料の表面および側壁にシリコン系薄膜の成長反応をおこし、イオンの当る平面ではエッチングが進み、側壁にはシリコン系薄膜が成長する条件でエッチング後の側壁形状および底面形状を制御することにより、なめらかな底面と制御された側壁を備え、かつ従来の有機系の重合反応を用いた方法にくらべ、半導体材料の汚染が少く、また成長した被膜もシリコン系であり除去の容易な半導体材料の加工法。

Ⅱ 特許請求の範囲

酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、有機化合物膜のうちから選択された一層または多層膜で部分的に被覆した半導体材料の加工法において、

前記半導体材料を対向電極型反応性イオンエッチング装置の一方の電極に配置し、

前記対向電極型反応性イオンエッチング装置内に塩素を含むガス、水素を含むガス、シリコンを含むガスを混合した反応ガスを導入し、

前記対向電極型反応性イオンエッチング装置の対向する電極間に高周波電力を印加することによりグロー放電を発生させ、

前記半導体材料のエッチングと溝側面のシリコン薄膜形成を同時に進行させる

ことを特徴とする半導体材料の加工法。

〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体材料の加工法に関し、とくに半導体製造プロセスの半導体材料のエッチング工程において加工形状を制御する加工法に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、対向電極型反応性イオンエッチング装置を用いた半導体材料のエッチング方法として、ハロゲンガスまたはハロゲン元素を含むガスを用いる方法が行われている。このうち塩素を含むガスを用いたエッチング法は、弗素を含むガスにくらべマスク下のアンダカットが少なく、垂直異方性にすぐれるという特徴がある。たとえば、

- (1) ($\text{CCl}_4 + \text{H}_2$) ガスを用いた場合：高濃度塩素添加ポリシリコンの加工法で、サイドエッチングの防止を目的とする。
- (2) ($\text{SiCCl}_3 + \text{CCl}_4$) ガスを用いた場合：単結晶シリコンの加工法で、 SiCCl_3 単体では塩素ラジカルが少なく、 SiO_2 などとの選択比に難があるの

の高濃度N型層5の領域にアンダカット部6が見られた。これを防ぐために、有機系のガスまたはマスクを用い、側壁に重合反応をおこし重合膜を付着させる方法があるが、制御がむずかしく、またエッチング後に半導体表面が炭素系の被膜でおおわれ、汚染されるという欠点があつた。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は従来の問題点を解決するため、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、有機化合物膜のうちから選択された一層または多層膜で部分的に被覆した半導体材料の加工法において、前記半導体材料を対向電極型反応性イオンエッチング装置の一方の電極に配置し、前記対向電極型反応性イオンエッチング装置内に塩素を含むガス、水素を含むガス、シリコンを含むガスを混合した反応ガスを導入し、前記対向電極型反応性イオンエッチング装置の対向電極間に高周波電力を印加することによりグロー放電を発生させ、前記半導体材料のエッチングと溝側面のシリコン

で、 CCl_4 を入れてエッチングレートの増加を図る。

- (3) ($\text{CCl}_4 + \text{CHF}_3$) ガスを用いた場合：単結晶シリコンの加工法で、デポジションとしてカーボン系の重合膜を付着させる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

従来の加工法の例で、(1). ($\text{CCl}_4 + \text{H}_2$) ガスを用いた場合は、 H_2 とマスクのレジストから生じたカーボンが側壁に被覆を作る、(2). ($\text{SiCCl}_3 + \text{CCl}_4$) ガスを用いた場合は、形状に逆テーパおよびエッジ部の溝が生じる、(3). ($\text{CCl}_4 + \text{CHF}_3$) ガスを用いた場合は、形状制御は可能だが、側壁や底面にカーボンによる汚染が生じるといった問題がある。

すなわち、従来の加工法では、完全な垂直または順テーパの側壁の形状は得にくく、第2図に示す様に側壁の上部に逆テーパ部3が生じたり、パターン底面のエッジ部に溝4が生じたりする問題があつた。また、高濃度にN型化した領域を含む半導体材料においては、第3図に示す様に、側壁

薄膜形成を同時に進行させることを特徴としている。

〔作用〕

本発明によれば、半導体材料の異方性エッチングにおける、側壁の逆テーパ、高濃度N型層のアンダカットおよび底面エッジにおける溝形成を抑制し、垂直または順テーパの側壁を備え、平坦な底面を有する半導体材料の加工形状を得ることができる。以下図面により説明する。

〔実施例〕

対向電極型反応性イオンエッチング装置を用いた、本発明による半導体材料の加工法の実施例について以下に説明する。半導体材料は、図示しない対向電極型反応性イオンエッチング装置の一方の電極に配置し、以下に述べる混合反応ガスを装置内に導入し、電極に高周波電力を印加してグロー放電を発生させて加工を行う。

第1図(a)、(b)は、本発明の実施例のガス混合の

効果を説明する図であつて、酸化シリコン膜 31 で部分的に被覆された単結晶シリコン 32 を異つたガスでエッチングした場合の加工形状の断面を示す。第 1 図(a)は塩素ガスを 20 SCCM、高周波電力を 0.12 W/cm² 印加したときの加工形状である。酸化シリコン膜 31 のパターンサイズより単結晶シリコン 32 の加工幅の方が広い部分が生じ、また底面 33 にはエッチ部に溝 34 を生じている。単結晶シリコン 32 の加工幅が広がるのは、入射イオンの方向が試料に対し垂直方向からばらつきを生じているためで、ガス圧を下げるほどイオンの散乱が減るからばらつきも減少するが、完全に垂直方向にせらえるのは不可能である。またエッチ部の溝 34 は、塩素ラジカルの濃度が、側壁 35 を表面拡散して来たラジカルのため、エッチ部で高くなつてゐるためと考えられる。ここで、塩素ガスにデポジションをおこすガスを混合すると、上記の問題点を改善することが可能である。まず側壁 35 については、衝突するイオンのエネルギーおよび密度が底面 33 より小さいから、底面 33 で

はエッチングが進み、側壁 35 にはデポジションをおこす様なガス混合が可能である。この混合比を変えることにより、側壁 35 のテーパ角を逆テーパから順テーパまで変化出来る。またエッチ部の溝 34 については、側壁 35 でラジカルがデポジション種により再結合されること、およびたとえ溝 34 が生じてても、その側壁部にデポジションが生じて溝 34 をうめ、溝 34 の発達を抑えることにより防止される。これもデポジション種の量を制御することにより制御が可能となる。第 1 図(b)は第 1 図(a)の条件に、デポジションガスとしてさらに水素を 40 SCCM、四塩化シリコンを 3 SCCM (またはシランを 0.1 SCCM) 混合した時の加工形状で、上記に述べたデポジションとして四塩化シリコンまたはシランと水素の反応によりアモルファスシリコンが生じる。そのため側壁 35 は順テーパになり、また底面 33 のエッチ部に溝 34 も生ぜずなめらかな面が得られている。順テーパ角をさらに増加させ、ゆるやかな形状を得るにはデポジション量を増加させればよく、四塩化シリコンまた

はシランの流量を増加させるか、水素の流量を増加させればよい。逆に側壁 35 を垂直に近づけるには、デポジション量を減少させればよく、四塩化シリコンまたはシランの流量を減少させるか、水素の流量を減少させればよい。高周波電力も形状制御に効果があり、高周波電力を増加させるとイオンエネルギーが増加し、散乱を受けた(方向にばらつきのある)イオンのエネルギーも増加するため、同じデポジション量では形状はより垂直に近づく。また逆に高周波電力を減少させると、形状はより順テーパがつく。本発明のガス混合で側壁に生じるデポジション膜は、アモルファスシリコン系の膜であり、膜の形成温度も室温程度と低く、塩素などの不純物も多く含むので、化学的な安定性は低い。したがつて試料加工後、希弗酸処理などで容易に除去が可能である。

また高濃度に砒素を拡散させたシリコンの加工を上記実施例の条件で加工した場合、第 1 図(a)の条件では高濃度層のエッチレート増加が見られ、アンダカットを生じる。これは高濃度砒素ドーブ

シリコンが塩素ラジカルとイオンの効果なしに反応するためである。これに対し第 1 図(b)の条件では、高濃度層のエッチレート増加も見られず、アンダカットも全く生じない。これは、水素が塩素ラジカルと反応しやすく、表面でのラジカル濃度を減少させるのに効果があり、またアモルファスシリコン系の膜が側壁を保護しているのでアンダカットも押えられているためである。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば塩素を含むガス、水素を含むガスおよびシリコンを含むガスの混合ガスの制御により、半導体材料の加工形状としてなめらかな底面を有し、制御された側壁形状を備えた形状が得られる利点がある。順テーパを備えた加工形状は、その後、半導体材料上に他の材料を付着させて加工部を埋める工程を行うとき、加工部が完全に埋まるために有利である。また平坦な底面は、半導体材料を半導体素子として使うとき良好な特性を得るのに有利である。ま

た高濃度N型層のエッチングレートの増加、アンダカットが見られないことは、不純物を含む層が存在する半導体を加工するときに形状に乱れを生じさせることなく加工が行える利点がある。

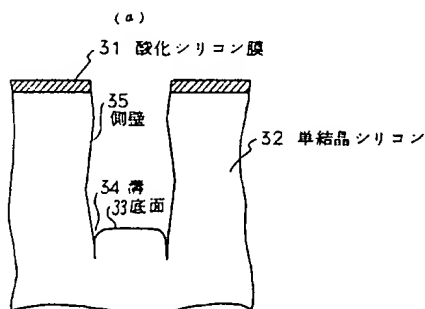
4. 図面の簡単な説明

第1図(a), (b)は本発明による酸化シリコン膜をマスクとした単結晶シリコンの加工形状を説明する図で、第1図(a)は塩素ガス20SCCMのみのとき、第1図(b)は本発明の実施例の塩素ガス20SCCM、水素ガス40SCCM、四塩化シリコンガス3SCCMまたはシランガス0.1SCCMの混合ガスによる加工形状の断面図、

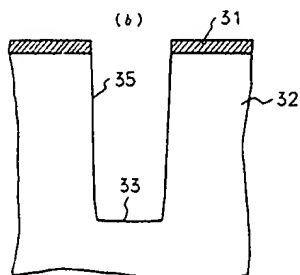
第2図は従来の塩素系ガスを用いた半導体の加工形状の一例の断面図、

第3図は従来の塩素系ガスを用いた高濃度N型化した層を含む半導体材料をエッチングした場合の加工形状の一例の断面図である。

1 … 被覆材料



塩素ガス20SCCMのみ



塩素ガス20SCCM+水素ガス40SCCM
+四塩化シリコンガス3SCCM
またはシランガス0.1SCCM

本発明による酸化シリコン膜をマスクとした
単結晶シリコンの加工形状を説明する図

第 1 図

2 … 半導体材料

3 … 逆テーパ部

4 … エッチ部の溝

5 … 高濃度N型層

6 … アンダカット部

31 … 酸化シリコン膜

32 … 単結晶シリコン

33 … 底面

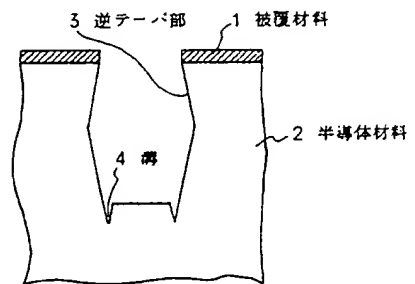
34 … エッチ部の溝

35 … 側壁

特許出願人 日本電信電話株式会社

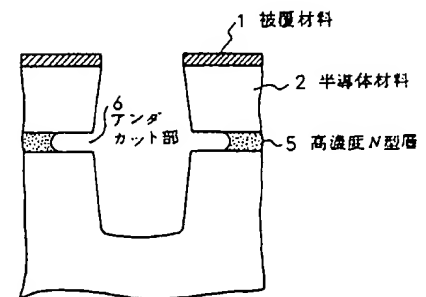
代理人 弁理士 玉 蟲 久 五 郎

(外2名)



従来の塩素系ガスを用いた半導体の加工形状断面図

第 2 図



従来の塩素系ガスを用いた高濃度N型層を含む半導体材料
の加工形状断面図

第 3 図